

**PEMANFAATAN FESES KAMBING SEBAGAI SUMBER MIKROBIA
DAN ENZIM MIKROBIA PENGGANTI CAIRAN RUMEN**

Ristianto Utomo, Zaenal Bachruddin, Budi Presetyo Widyobroto,
Mohamad Soejono, dan Risa Antari¹

INTISARI

Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan, bertujuan mengkaji apakah feses kambing dapat digunakan sebagai pengganti cairan rumen sebagai sumber mikrobia dan enzim mikrobia. Dua ekor kambing betina berfistula rumen dengan berat badan rata-rata 24 kg digunakan sebagai sumber cairan rumen dan feses. Variabel yang diamati meliputi aktivitas enzim mikrobia dan total koloni dalam cairan rumen dan feses. Penelitian dibagi tiga tahap pemberian pakan, setiap tahap menggunakan pakan basal yang berbeda, berturut-turut pada tahap 1, tahap 2, dan tahap 3 diberi jerami padi, rumput gajah, dan jerami jagung, sedangkan konsentrasinya sama hanya rasionya yang berbeda sehingga setiap tahap memperoleh ransum iso nitrogen (10% protein kasar) dan iso energi berupa *total digestible nutrients* (TDN, 54%). Pakan diberikan 3% bahan kering dari berat badan. Hasil penelitian menunjukkan total koloni mikrobia pada rumen lebih banyak dari pada dalam feses (66×10^9 vs 3.9×10^9 CFU/ml), tidak terdapat perbedaan yang nyata pada aktivitas *carboxyl methyl cellulase* (CMC-ase) antara cairan rumen kambing dengan feses pada konsentrasi 160 sampai 170 g/l aquades, ada kecenderungan kambing yang diberi pakan jerami padi menunjukkan aktivitas CMC-ase lebih tinggi. Disimpulkan bahwa berdasarkan aktivitas CMC-ase penggunaan feses pada konsentrasi 160 sampai 170 g/l aquades dapat digunakan pengganti cairan rumen.

(Kata kunci: Feses, Cairan rumen, Kambing, Total koloni mikrobia, *Carboxyl methyl cellulase*)

Buletin Peternakan 30 (3) : 106 - 114, 2006

¹ Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

THE USES OF THE GOATS' FECES AS THE MICROBIAL RESOURCE AND MICROBIAL ENZYME AS A SUBSTITUTE FOR RUMEN LIQUOR

ABSTRACT

This experiment was conducted to evaluate whether the goats' feces could be used as a replacement for rumen fluids microbial and microbial enzyme resources. In this research there were two female rumen fistulated goats with the average weight of 24 from which as the rumen fluids and feces were collected. The variables being analyzed included enzymatic activities of rumen and fecal microbia, the total microbial colonies in rumen fluids and feces. This experiment was done in three steps (1, 2, and 3). The basal diet of step 1, 2, and 3, was consisted of rice straw, elephant grass, and corn stover. The diet was formulated based on iso energy as total digestible nutrients (TDN 54%) and iso nitrogenous (10% crude protein). Each goat was fed with 3% dry matter from body weight. The result showed that total microbial colony of goats' rumen fluids in average was higher than that of feces (66×10^8 vs 3.9×10^8 CFU/ml), there were no significant differences on carboxyl methyl cellulase (CMC-ase) activities between rumen fluids in goats and in the feces with concentration of 160-170 g/l aquadest. However rumen fluids and goats feces from goats fed with rice straw as basal diet tended to have higher CMC-ase activities. It was concluded, based on CMC-ase activities, the goats' feces of 160-170 gram/l aquadest could be used as the replacement for rumen fluids as a microbial and microbial enzyme resources.

(Key words : Feces, Rumen liquor, Total microbial colony) Goats, Carboxyl methyl cellulase)

Pendahuluan

In vitro merupakan suatu metode analisis kecernaan bahan pakan dengan meniru kecernaan di dalam saluran pencernaan ternak ruminansia yang merupakan suatu proses fermentasi anaerobik dengan bantuan cairan rumen dan saliva buatan (Van Soest, 1994). Tilley and Terry pertama kali mengembangkan metode uji kecernaan *in vitro* dua tahap pada tahun 1963, metode dua tahap ini masing-masing menyerupai atau meniru pencernaan bahan pakan yang terjadi di alat pencernaan ternak ruminansia (Soejono, 1991).

Kendala terbesar pada penetapan kecernaan secara *in vitro* adalah penyediaan cairan rumen yang relatif sama dari penetapan kecernaan yang satu ke penetapan kecernaan berikutnya, sehingga memerlukan ternak donor cairan rumen yaitu ternak berfistula rumen. Menurut Omed *et al.* (2000) fistulasi pada ternak donor dapat mengganggu kesehatan dan kenyamanan ternak, selain itu

ternak berfistula sulit disediakan di negara yang memperhatikan undang-undang perlindungan hewan karena menyangkut *issue animal welfare*. Di samping itu juga membutuhkan keahlian membuat ternak berfistula dan perawatan khusus agar ternak tetap dalam keadaan sehat, kebocoran dapat menyebabkan dehidrasi yang berakhir dengan kematian. Permasalahan ini memunculkan suatu pemikiran untuk mencari alternatif lain sumber mikrobia yang dapat digunakan untuk menggantikan mikrobia dari cairan rumen.

Feses yang keluar dari ternak ruminansia mengandung sisa pakan yang tidak tercerna, dinding sel, bakteri dari saluran pencernaan sebelumnya, serta sel-sel mikroorganisme yang berasal dari caecum dan usus besar (Merchen, 1988). Menurut Bergen *et al.* (1988) yang disitasi oleh Omed *et al.* (2000) menyatakan bahwa bakteri terpenting seperti *Bacteroides succinogenes*, *Ruminococcus albus*, *Ruminococcus flafaciens*, dan *Bacteroides fibrisolvans* merupakan bakteri selulolitik.

Berdasarkan komposisi feses tersebut, maka larutan feses dapat digunakan sebagai pengganti cairan rumen, meskipun komposisinya berlainan tergantung pakan yang diberikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa gram feses kambing di daerah tropik per liter aquades untuk dapat digunakan sebagai pengganti cairan rumen ditinjau dari total koloni dan aktivitas enzim selulasanya berdasarkan aktivitas enzim *carboxyl methyl cellulase* (CMC-ase)nya.

Materi dan Metode

Pada penelitian ini digunakan dua ekor kambing berfistula rumen, yang diberi ransum basal dengan jenis dan kandungan serat kasar berbeda (3 macam), sedangkan konsentrat yang diberikan sama dengan rasio yang berbeda sehingga tercipta ransum yang iso protein (10%) dan iso energi dalam bentuk *total digestible nutrients* (TDN, 54%). Ransum dibuat sesuai kebutuhan ternak mengacu pada NRC (Kearl, 1982). Penelitian berlangsung tiga tahap, urutan pemberian pakan basal berturut-turut pada tahap 1, tahap 2, dan tahap 3 adalah jerami padi, rumput gajah segar, dan jerami jagung. Setiap tahap berlangsung selama 3 minggu, ternak yang telah diadaptasikan dengan ransum perlakuan selama 2 minggu diambil cairan rumen melalui fistula.

Pengambilan cairan rumen dilakukan untuk mendapatkan nilai rata-rata pH dan NH_3 selama 24 jam dan kinetik parameter fermentasi rumen setelah distribusi pakan (*post prandial*). Untuk mempermudah pelaksanaan maka pengambilan cairan rumen dilaksanakan sebagai berikut: hari ke 15: jam 07.00, 08.00, 09.00, 10.00, 11.00, 12.00, 18.00, 20.00, dan 24.00, hari ke 16: jam 02.00, 04.00, dan 06.00.

Pada hari yang sama, feses ditampung selama 24 jam (dari jam 8.00 sampai jam 8.00 hari berikutnya) dicampur secara merata dengan *mixer* dan diambil sampel sebanyak 2% total ekskresi, dibekukan dan pada akhir periode dikelompokkan per sapi per periode

untuk dilakukan analisis penetapan kandungan bahan kering (BK), bahan organik (BO), protein kasar (PK), *neutral detergent fiber* (NDF) dan *acid detergent fiber* (ADF). Sampel cairan rumen dan feses pada akhir periode dianalisis populasi mikrobia selulolitik dan aktivitas enzim pencerna serat. Identifikasi populasi mikrobia selulolitik baik yang terdapat dalam rumen maupun yang terdapat dalam feses dilakukan menggunakan metode *Roll tube technique* untuk dilihat total koloninya (Hungate, 1968) dan aktivitas enzim selulasanya dengan jalan menghitung aktivitas enzim *carboxyl methyl cellulase* (CMC-ase)nya. Sampel feses diambil dari rektum agar terjaga ke anaerupannya. Pada pelaksanaannya untuk mempermudah hitungan total koloninya, dilakukan menggunakan cawan petri.

Preparasi dari feses yang akan digunakan untuk analisis kadar enzimnya dilakukan dengan beberapa konsentrasi, yaitu: 150, 160, 170 g feses/liter aquades. Cairan rumen dan larutan dari feses disentrifugasi dengan alat *ultracentrifuge* pada kecepatan 15.000 g selama 15 menit, kemudian diambil supernatannya untuk digunakan sebagai sumber enzim selulase.

Kadar glukosa dari sampel enzim dianalisis dengan metode Nelson-Somogy. Pengujian kadar protein enzim dilakukan dengan metode Lowry (Plumer, 1971). Preparasi sampel dilakukan dengan sentrifugasi 15.000 g selama 15 menit, kemudian setelah endapan terpisah bagian supernatannya digunakan untuk uji protein enzim. Analisis aktivitas enzim CMC-ase dilakukan dengan menghitung gula reduksi yang dibebaskan dari reaksi hidrolisis substrat CMC dengan reaksi ferrisianida (Halliwell *et al.*, 1985).

Pada setiap tahap, pakan basal yang diberikan diambil sampel setiap 3 hari, sedangkan konsentrat diambil sampel setiap mencampur konsentrat baru. Pada akhir periode penelitian dikelompokkan untuk analisis kandungan BK, BO, PK, (AOAC, 1975, Nahm, 1992), NDF dan ADF

(Harris, 1970; Nahm, 1992). Sisa pakan setiap hari ditimbang dan diambil sampelnya sebanyak 200 gram dan dikelompokkan per ternak per tahap untuk analisis kandungan BK.

Dalam penelitian ini digunakan rancangan acak lengkap pola searah, beda nyata antar tingkat perlakuan dilakukan uji jarak ganda Duncan atau *Duncan's multiple range test* (Astuti, 1981; Gomez dan Gomez, 1984).

Hasil dan Pembahasan

Bahan pakan

Untuk memperoleh gambaran tentang kandungan nutrisi atau komposisi kimia bahan pakan yang digunakan sebagai pakan dalam penelitian ini dilakukan analisis proksimat. Hasil analisis bahan pakan yang digunakan dalam penelitian tertera dalam Tabel 1.

Hasil penetapan komposisi kimia bahan pakan ini tidak berbeda jauh dengan komposisi kimia yang disajikan oleh Hartadi *et al.* (1980), yang antara lain dinyatakan bahwa kandungan protein kasar jerami padi 4,3%. Walaupun demikian hasil penetapan protein kasar hijauan jagung cukup tinggi (11,33%) lebih tinggi daripada yang disajikan Hartadi *et al.* (1980), menurutnya kandungan protein kasar jerami jagung 8,2%. Kandungan protein jerami jagung tinggi karena yang digunakan adalah hijauan jagung (jagung belum tua). Hasil penetapan kandungan kadar serat kasar konsentrat cukup tinggi (21%) berarti lebih tinggi dari 18% sehingga melebihi ketentuan. Demikian juga kandungan NDFnya (50,69%) yang berarti juga lebih tinggi dari 35%. Hal ini terjadi karena bahan pakan penyusun konsentrat antara lain menggunakan kulit kopi dan kulit kacang tanah yang kandungan serat kasar dan NDFnya cukup tinggi.

Tabel 1. Komposisi kimia bahan pakan (% BK): protein kasar (PK), serat kasar (SK), ekstrak ether (EE), ekstrak tanpa nitrogen (ETN), bahan organik (BO), *neutral detergent fiber* (NDF), dan *acid detergent fiber* (ADF)/(*Chemical composition of feed stuff (%DM): crude protein (CP), crude fiber (CF), extract ether (EE), nitrogen free extracted (NFE), organic matter (OM), NDF and ADF*)

| Fraksi (Component) | Bahan pakan (Feed Ingredient) | | | |
|-----------------------|---|----------------------------------|---|-----------------------------|
| | Jerami padi ^{a)} (Rice straw) | Rumput gajah (Elephant grass) | Hijauan jagung ^{a)} (Corn stover) | Konsentrat (Concentrate) |
| BK (DM) | 95,25 | 16,67 | 90,00 | 88,46 |
| PK (CP) | 4,24 | 11,19 | 11,33 | 13,36 |
| SK (CF) | 33,48 | 33,77 | 28,00 | 21,23 |
| EE (EE) | 1,01 | 1,69 | 0,68 | 1,87 |
| ETN (NFE) | 36,21 | 38,08 | 49,23 | 54,62 |
| BO (OM) | 74,94 | 84,73 | 89,24 | 91,08 |
| NDF | 81,72 | 63,98 | 64,40 | 50,69 |
| ADF | 55,60 | 36,79 | 32,64 | 29,84 |

^{a)} Kondisi kering udara (*air dry condition*)

Sumber/source: Hasil analisis Lab. Teknologi Makanan Ternak. Jur. Nutrisi dan Makanan Ternak. Fak. Peternakan Universitas Gadjah Mada (*Lab. Feed Technology, Dept. of Animal Nutrition and Feed Science, Fac. of Animal Science, Gadjah Mada Universit*)

Tabel 2. Kandungan (%BK) protein kasar (PK) dan *neutral detergent fiber* (NDF) feses ternak kambing yang diberi pakan basal jerami padi (Tahap 1), rumput Gajah (Tahap 2) dan hijauan jagung (Tahap 3)/*Crude protein (CP) and NDF contents of goat's feces fed rice straw step 1), elephant grass (step 2), and corn stover (step 3) as basal diet*

| Replikasi/replication | Tahap I (step 1) | | Tahap 2 (step 2) | | Tahap 3 (step 3) | |
|-----------------------|------------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|
| | PK (CP) | NDF | PK (CP) | NDF | PK (CP) | NDF |
| Kambing 1 (goat 1) | 7,30 | 75,91 | 8,84 | 70,77 | 8,84 | 63,76 |
| Kambing 2 (goat 2) | 9,12 | 78,67 | 9,39 | 69,91 | 9,39 | 70,39 |
| Rata-rata (average) | 8,21 | 77,29 | 9,12 | 70,34 | 9,12 | 67,08 |

Komposisi kimia feses

Untuk memperoleh gambaran tentang kandungan protein kasar (N X6,25) dan NDF feses ternak kambing yang digunakan penelitian dilakukan analisis kimia. Hasil analisis kimia feses dari ternak kambing tertera dalam Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa pada tahap 1 di mana ternak diberi ransum basal jerami padi yang kandungan NDFnya tinggi (Tabel 1) kandungan NDF feses juga tinggi, disusul yang mendapat ransum basal rumput baru kemudian hijauan jagung. Rata-rata kandungan NDF feses yang diperoleh 73,11% di bawah yang dinyatakan Utomo (2001) yaitu sebesar 77,44%, sedangkan kandungan protein kasar feses justru lebih tinggi (7,92 vs 6,04%). Hal ini disebabkan pada penelitian Utomo (2001) ternaknya hanya diberi pakan jerami padi.

Derajat keasaman

Rara-rata hasil penetapan pH yang ditetapkan selama 24 jam pada pada setiap tahap (Tahap 1, Tahap 2, dan Tahap 3) berturut-turut adalah 6,64, 6,80, dan 6,47, sedangkan kinetiknya yang dilakukan selama 1 sampai 5 jam setelah pemberian pakan adalah seperti tertera dalam Gambar 1.

Hasil penetapan pH rata-rata berkisar antara 6,47 sampai 6,80. Keadaan ini menunjukkan bahwa pH rumen masih dalam kondisi normal meskipun pada tahap 1, tahap 2, dan tahap 3 diberikan rasio pakan basal dan konsentrat yang berlainan. Setelah pemberian pakan justru terjadi kenaikan pH, hal ini disebabkan pakan basal diberikan hampir

bersamaan dengan konsentrat. Menurut Czerkawski (1986) pH normal cairan rumen berkisar antara 6-7, hanya dalam keadaan ekstrem pH cairan rumen dapat turun sampai 5, tetapi dalam waktu singkat akan naik kembali karena pengaruh saliva. Sebagai pembandingan, hasil penelitian Utomo (2001) menunjukkan pH rumen 6,87 pada sapi yang diberi pakan basal jerami padi dan diberi suplemen berupa dedak halus sebanyak 35 g per kg berat badan metabolik per ekor per hari.

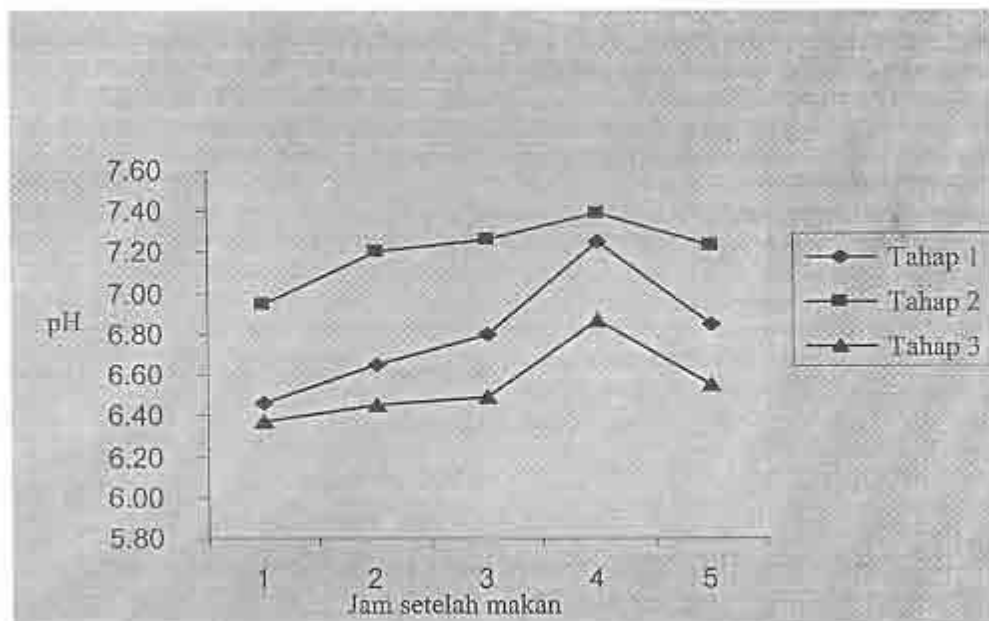
Kadar amonia

Rarat-rata hasil penetapan ammonia yang ditetapkan selama 24 jam pada pada setiap tahap (Tahap 1, Tahap 2, dan Tahap 3) berturut-turut adalah 158, 184, dan 187 mg/l, sedangkan kinetiknya yang dilakukan selama 1 sampai 5 jam setelah pemberian pakan adalah seperti tertera dalam Gambar 2.

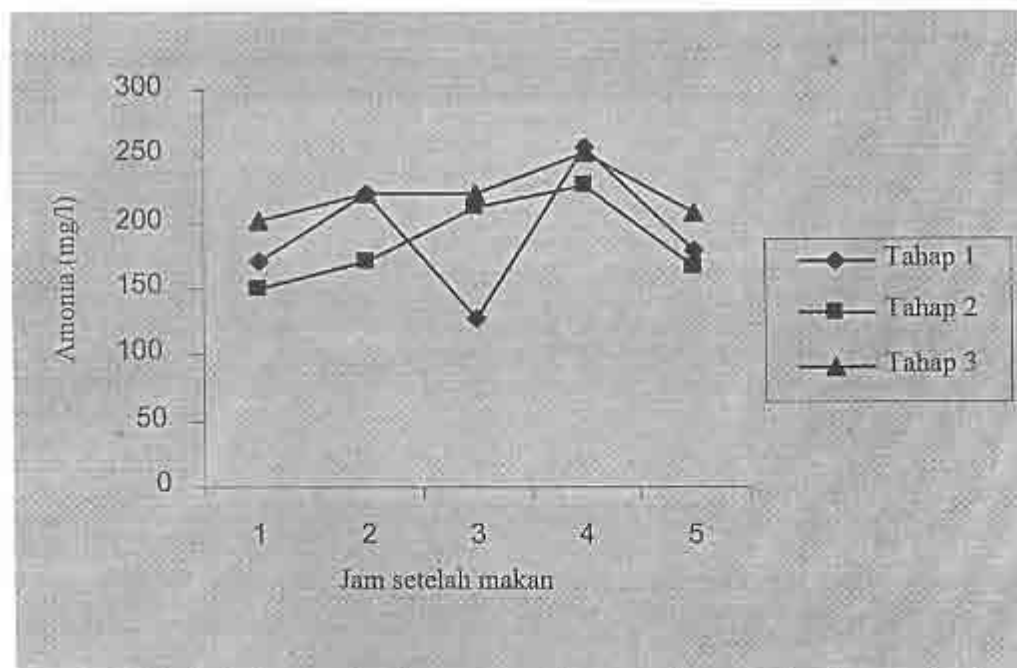
Hasil penetapan kadar ammonia cairan rumen kambing yang digunakan penelitian, baik pada Tahap 1, Tahap 2, dan Tahap 3, menunjukkan kadar ammonia rumen dalam katagori normal. Menurut McDonald *et al.* (1989) belum ada kesepakatan tentang konsentrasi NH_3 yang optimum untuk sintesis preotein mikrobial rumen, tetapi diperkirakan antara 85 - 300 mg/l cairan rumen, sedangkan menurut Leng (1991) konsentrasi NH_3 cairan rumen minimal 100 mg/l bahkan dapat sampai 200 mg/l untuk konsumsi pakan bebas.

Total koloni bakteri

Jumlah atau total koloni bakteri selulolitik cairan rumen dan feses kambing



Gambar 1. Kinetika pH cairan rumen kambing (*pH kinetic of goat's rumen liquor*)



Gambar 2. Kinetika kadar ammonia cairan rumen kambing (*ammonia concentration kinetic of goat's*)

Tabel 3. Rata-rata total koloni bakteri selulolitik (CFU/ml) cairan rumen dan larutan feses kambing yang diberi pakan basal jerami padi (Tahap 1), rumput gajah (Tahap 2) dan hijauan jagung (Tahap 3)/Average of total cellulolytic bacteria colony of rumen liquor fed rice straw (step 1), elephant grass (step 2), and corn stover (step 3) as basal diet

| Tahap /step (pakan basal/ basal diet) | Rumen (rumen) | Feses (Feces) ^{a1} |
|---------------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| 1 (Jerami padi/rice straw) | 78 x 10 ⁸ | 65 x 10 ⁷ |
| 2 (Rumput gajah/elephant grass) | 70 x 10 ⁸ | 25 x 10 ⁸ |
| 3 (Hijauan jagung/corn stover) | 49 x 10 ⁸ | 27 x 10 ⁸ |
| Rata-rata (average) | 66 x 10 ⁸ | 39 x 10 ⁸ |

^{a1}150 gram feses per 1 liter aquades (150 gram per litre aquadest)

Tabel 4. Rata-rata aktivitas CMC-ase rumen dan feses kambing (μ mol/gram protein enzim/menit) yang diberi pakan basal jerami padi/JP (Tahap 1), rumput gajah/RG (Tahap 2) dan hijauan jagung/HJ (Tahap 3)/Activity of ruminal CMC-ase and feces (μ mol/gram protein enzim/menit), fed rice straw/RS (step 1), elephant grass/EG (step 2), and corn stover/CS (step 3)

| Tahap (pakan basal/Basal diet) | Rumen | Feses 150 ¹⁾ (Feces) | Feses 160 ¹⁾ (Feces) | Feses 170 ¹⁾ (Feces) |
|--------------------------------|-------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 1 (JP/RS) | 3,06 | 2,62 | 3,03 | 3,42 |
| 2 (RG/EG) | 2,44 | 1,77 | 2,43 | 2,64 |
| 3 (HJ/CS) | 2,93 | 2,48 | 2,91 | 3,14 |
| Rata-rata/average | 2,70 ^a | 2,32 ^b | 2,65 ^a | 2,76 ^a |

¹⁾ gram/liter aquades (gram per litre aquadest)

^{a,b} Superskrip dalam satu baris menunjukkan aktivitas CMCase yang berbeda nyata ($P < 0,05$) /Different superscripts in the same row showed there is significant difference in CMC-ase activity ($P < 0,05$)

yang diberi pakan basal yang berbeda (Tahap 1, Tahap 2, dan Tahap 3) tertera dalam Tabel 3.

Di samping itu terdapat kecenderungan bahwa ternak kambing yang diberi pakan berserat yang tinggi (jerami padi) menghasilkan total koloni bakteri selulolitik yang lebih tinggi daripada yang diberi pakan rumput baik dalam rumen maupun dalam fesesnya. Hasil penelitian ini menunjukkan sesuai pendapat Omed *et al.* (2000) bahwa feses ternak donor mikrobia membutuhkan nutrient yang lambat terdegradasi dalam rumen untuk menstimulir perkembangan

mikrobia pencerna serat di usus besar dan akhirnya ikut terekskresi dalam feses.

Aktivitas CMC-ase

Rata-rata aktivitas CMC-ase dari cairan rumen dan larutan yang ditetapkan dari tiga tahap pemberian pakan basal yang berbeda untuk ternak sapi tertera dalam Tabel 4.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata aktivitas CMC-ase dari cairan rumen kambing berbeda tidak nyata dengan larutan feses 160 dan 170 gram per liter aquades. Terbukti bahwa dalam larutan feses ternak kambing juga terlihat terdapat aktivitas CMC-ase sebagaimana dalam cairan rumen,

meskipun besarnya aktivitas tersebut ditentukan oleh besarnya konsentrasi feses dalam pelarutnya (*aquades*).

Penggunaan feses per liter *aquades* yang diperoleh lebih tinggi dari yang direkomendasikan Omed *et al.* (2000), menurut mereka pembuatan larutan feses pengganti cairan rumen untuk penetapan kecernaan secara *in vitro* dibutuhkan 60 gram feses segar per liter *aquades*. Namun demikian menurut Akhter dan Hossain (1997) penggunaan feses dapat mencapai 333 gram per liter saliva buatan (larutan McDougal). Oleh karenanya masih perlu dibuktikan dengan mengaplikasikannya pada penetapan kecernaan secara *in vitro* pada beberapa bahan pakan.

Aktivitas CMC-ase pada feses ternak ruminansia merupakan cermin dari keberadaan bakteri selulolitik atau fibrolitik ternyata berbeda-beda tergantung pakan basal yang diberikan. Besarnya aktivitas CMC-ase pada ternak yang mendapat pakan basal jerami padi diduga paling tinggi disebabkan oleh lebih berkembang biaknya bakteri selulolitik karena lama tinggal jerami padi dalam saluran pencernaan lebih lama daripada bahan pakan yang lain. Keadaan ini sesuai pendapat Omed *et al.* (2000) bahwa perkembangan dan jumlah bakteri tergantung pada makanan (*substrat*) yang tersedia. Di antara pakan basal yang digunakan, jerami padi (Tabel 1) mengandung NDF (81,72%) yang tertinggi, disusul hijauan rumput gajah yang mengandung SK 33,77% dan ADF 36,79%.

Kesimpulan dan Saran

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan terdapat koloni bakteri selulolitik dan aktivitas enzim *carboxyl metil celulase* (CMC-ase) pada feses kambing seperti halnya pada cairan rumen. Penggunaan larutan feses 160 sampai 170 gram per liter *aquades* menghasilkan aktivitas CMC-ase yang mendekati aktivitas CMC-ase cairan rumen.

Perlu dilakukan penelitian lanjutan apakah pada feses yang pasca defekasi juga

masih terdapat aktivitas yang sama seperti halnya feses yang diambil dari rektum. Lebih jauh perlu dilanjutkan penelitian apakah pada penggunaan larutan feses 160 sampai 170 gram per liter *aquades* juga dihasilkan kecernaan yang dihasilkan oleh cairan rumen.

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pembinaan dan Pengabdian pada Masyarakat, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional yang telah memberikan dana untuk penelitian ini melalui Hibah Bersaing XI.

Daftar Pustaka

- Akhter, S. and M. M. Hossain. 1997. Cow faeces in *in vitro* digestibility assays of forages. *AJAS*: 11 (No.1): 51-54.
- AOAC. 1975. *Official methods of analysis*. 12th ed. Association of Official Analytical Chemist. Washington DC.
- Astuti, M. 1981. Rancangan Percobaan dan Analisis Statistik Bagian II (Randomized Complete Block Designs, Repeated Measurement and Split Plot Designs). Bagian Pemuliaan Ternak. Fakultas Peternakan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Bachrudin, Z., R. Utomo, L.M. Yusiati, Widyantoro, and W. Asmara. 1994. Manipulation of Microbial Rumen Carabao and Its Applications for Increasing of Quantity and Quality of Ruminansia Production in Utilisation of Crude Fiber: 2. Manipulation and selection of carabao microbial rumen treating by different of crude fiber.
- Czerkawski, J.W. 1986. *An Introduction to Rumen Studies*. Pergamon Press. Oxford.
- Gomez, K.A. dan A.A. Gomez. 1984. *Statistical Procedures For Agricultural Research*. Second Edition, An

- International Rice Research Institute Book. Copyright John Wiley and Sons Inc. New York. Toronto.
- Halliwel G., N.N.B.A Wahab and A.H. Patle. 1985. Chemical composition of endo 1,4-B-glucanase to cellulolitic in *Trichoderma koningii*. *J. App.Biochemistry* 7 : 43-45.
- Harris, L.E. 1970. Chemical and Biological Methods for Feeds Analysis. Center for Tropical Agric. Feed Composition Project. Livestock Pavilion, University of Florida. Gainesville, Florida.
- Hartadi, H., S. Reksohadiprodjo, S. Lebdosukojo, A.D. Tillman, L.C. Kearl, and L.E. Harris. 1980. *Tables of Feed Composition for Indonesia*. Published by the IFI. Utah Agricultural Experiment Station, Utah State University. Logan Utah.
- Hungate, R.F. 1968. *The Rumen and Its Microbes*. Academic Press. New York. London
- Kearl, L.C. 1982. *Nutrient Requirements of Ruminant in Developing Countries*. International Feedstuffs Institute. Utah Agricultural Experiment Station. Utah State University. Logan Utah.
- Leng, R.A. 1991. Optimising herbivore nutrition. In: *Recent Advances on The Nutrition of Herbivores* (Ho, et al. (Eds)). Proceeding of the third International Symposium on the Nutrition of Herbivores. Malaysian Society of Animal Production. UPM., Serdang.
- McDonald, P., R.A. Edwards, and J.F.D. Greenhalgh. 1989. *Animal Nutrition*. Fourth Ed. Longman Scientific & Technical. John Willy and Sons Inc. New York.
- Merchen, N.R. 1988. Digestion, absorption, and excretion in ruminants. In : *The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition*. Church Ed. A Riston Book. Prentice Hall. A Division of Simon and Schuster, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Nahm, K.H. 1992. *Practical Guide to Feed, Forage and Water Analysis*. Copyright by Yoo Han Publishing Inc. Seoul.
- Omed, H.M., D.K. Lovett, and R.F.E. Axford. 2000. Faeces as source of microbial enzymes for estimating digestibility. In: *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition* (Given et al. (Eds). CABI Publishing is a Division of CAB International. Wallingford. Oxon.
- Plumer, D. T. 1971. *An Introduction to Practical Biochemistry*. Mc. Graw Hill Publ, Co, Ltd. Bombay. New Delhi.
- Soejono, M. 1991. *Analisis dan Evaluasi Pakan*. Pusat Antar Universitas. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Utomo, R. 2001. Penggunaan Jerami Padi Sebagai Pakan Basal: Suplementasi Sumber Energi Dan Protein Terhadap Transit Partikel Pakan, Sintesis Protein Mikroba, Kecernaan, Dan Kinerja Sapi Potong. Disertasi. Program Pascasarjana UGM Yogyakarta.
- Van Soest, P.J. 1994. *Nutritional Ecology of The Ruminant*. Second Edition Comstock Publishing Associates. A Division of Cornell University .Press. Ithaca.